



NOWMMA



Nouvelle filière pour une Réutilisation des eaux usées optimisée,
à Mauguio, et dans le bassin Méditerranéen





Plateforme de Recherche et Développement

Démonstrateur de REUT :

Unité de traitement tertiaire & parcelle d'irrigation expérimentale



Flexibilité des filières

Filtration

Seuil de coupure

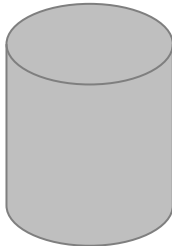
Eaux secondaires

Filtre à sable

Microfiltration

Ultrafiltration

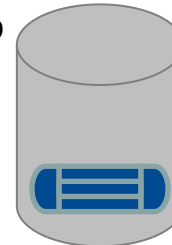
Stockage



Réacteur UV/US
en ligne



Stockage +
UV immergé



Stockage /
désinfection

REUT

Equipements

Filtrations

Filtre à sable (10m³/h)

Vitesse : 10m/h
Surface : 1m²
Durée des cycles : 24h
Rendement : 97-98%
Pression (Δ) : 1 bar (0-0,3)
Taux de FeCl₃ : 2ppm
Sable : TEN 1-1.4mm
Fournisseur : EPURO®



Microfiltration (1m³/h)

Vitesse : 5m/h
Surface : 0,2m²
Durée des cycles : 1h
Rendement : 95%
Pression : 2 bar

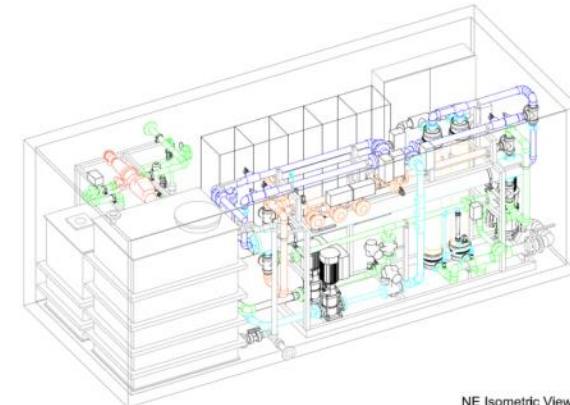
Fournisseur : ENFILTECH®



Ultrafiltration (3m³/h)

Flux: 40 LMH (~0,04m/h)
Surface : 80m²
Durée des cycles : 20-30 min
Rendement : 80%
Pression (Δ) : 1-3 bar (0,3-0,8)

Fournisseur : NORIT®



Equipements

Stockage et désinfection

- Cuves de 8m³ : limites du pilote (matériau, volume, etc...)
- Fournisseur de désinfection UV : Bio UV



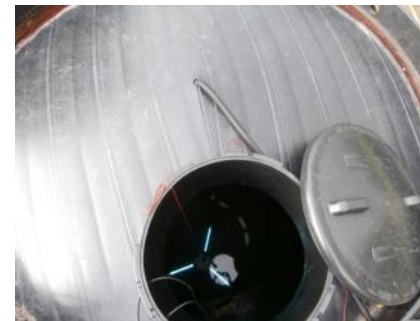
> Traitement dynamique

- 2014 : 5 m³/h / 420W
- 2015 : 10 m³/h / 900W
+ régulation de puissance
- Pilote instrumenté pour R&D
(Ultrasons possible en série)



> Traitement statique

- 2014
 - Après Ultrafiltration
 - Puissance : 130W



- 2015
 - Après filtre à sable
 - Puissance : 350W
 - Autorotation du module

Equipements

Parcelle d'irrigation expérimentale

> Conçue par **BRL** Ingénierie



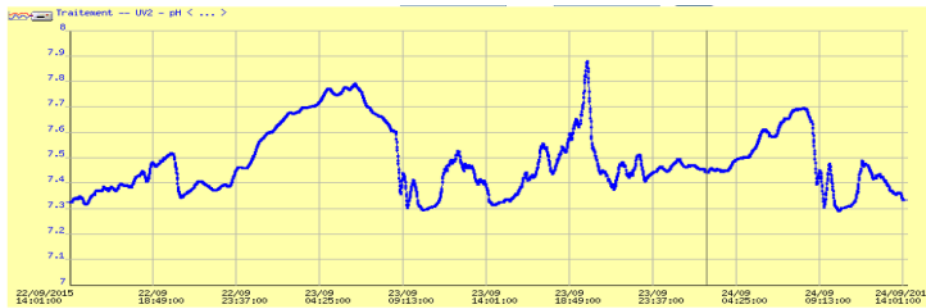
- 3 qualités d'eau (2 REUT + 1 référence)
- Aspersion + Irrigation localisée

Télégestion

► Système de traitement

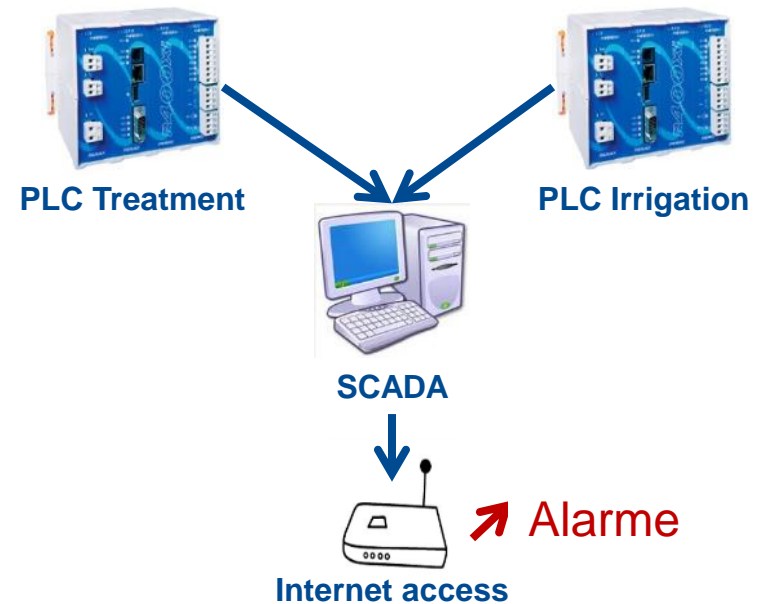
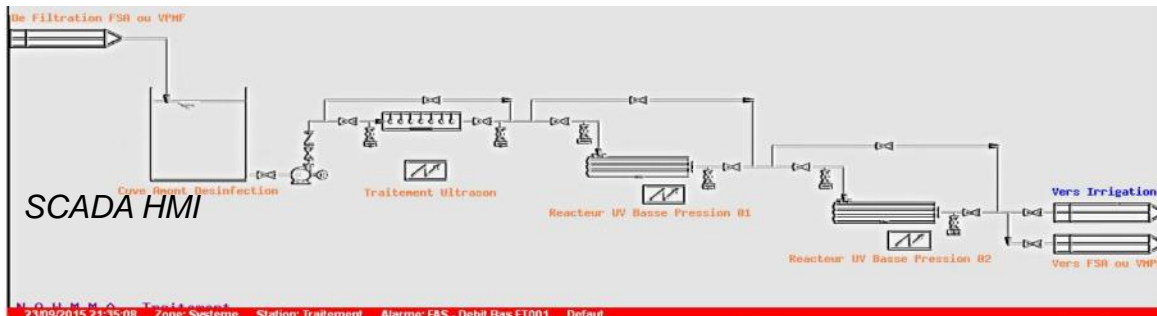
> Suivi des capteurs

- Pression, Turbidité, Température, pH, Conductivité



> Automatismes

- Lavage du filtre à sable, contrôle du remplissages des cuves



Télégestion

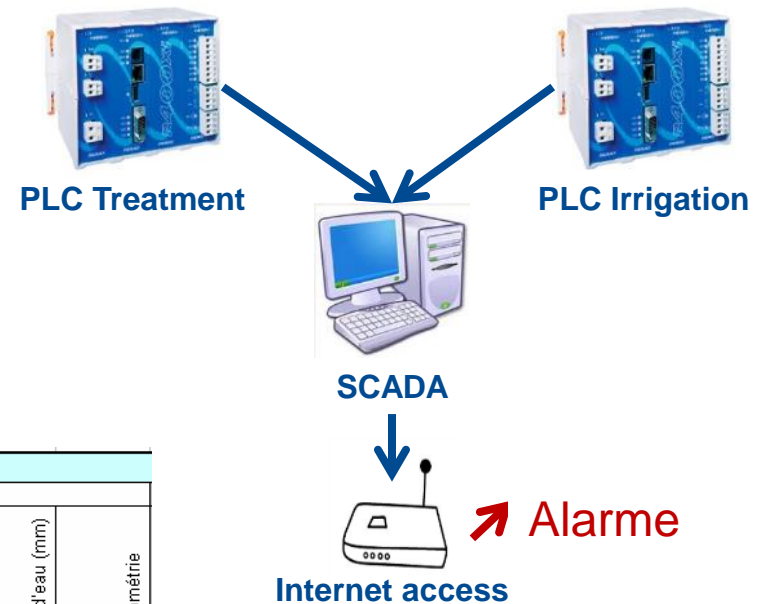
► Système d'irrigation

> Suivi des capteurs :

- Détection de fuites : Pression, Débits
- R&D : Température

> Automatismes

- Gestion de l'irrigation :
fonctionnement des pompes et des
vannes



	GàG1					GàG2				
	Volume (m3)	Temps (min)	Débit (m3/h)	lame d'eau (mm)	Pluviométrie	Volume	Temps	Débit	lame d'eau (mm)	Pluviométrie
Total	118	2573		471		109	3073		434	
Moyenne	1	9	1	2	4	1	11	1	2	3
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	5	117	21	21	84	5	131	13	21	54
mercredi 24 juin 2015	1,12	14,52	4,63	4,48	18,52	1,11	37,23	1,79	4,44	7,15
jeudi 25 juin 2015	1,12	26,97	2,49	4,48	9,97	1,11	25,75	2,59	4,44	10,35
vendredi 26 juin 2015	1,01	16,73	3,62	4,04	14,49	1,03	16,87	3,66	4,12	14,66
samedi 27 juin 2015	1,32	26,32	2,80	5,28	11,19	1,01	23,88	2,54	4,04	10,15
dimanche 28 juin 2015	1,31	26,22	2,79	5,24	11,14	1,01	23,20	2,61	4,04	10,45
lundi 29 juin 2015	1,32	26,25	2,80	5,28	11,21	1,01	23,22	2,61	4,04	10,44
mardi 30 juin 2015	5,36	26,27	11,38	21,44	45,51	5,21	23,20	13,47	20,84	53,90
mercredi 1 juillet 2015	0,02	0,00	0,00	0,08	0,00	0,06	0,00	0,00	0,24	0,00
jeudi 2 juillet 2015	1,33	26,18	2,83	5,32	11,33	1,00	28,25	2,12	4,00	8,50
vendredi 3 juillet 2015	1,35	32,97	2,46	5,40	9,83	1,34	31,60	2,54	5,36	10,18



Unité de traitement tertiaire

Depuis l'effluent secondaire à la réutilisation des eaux usées traitées
Filtration, Stockage et Désinfection



Effluent secondaire

- Paramètres physico-chimiques : qualité A
- Paramètres biologiques : de la qualité A à non réglementaire
 - > Nécessité d'un traitement tertiaire

	Moyenne (σ)	
Paramètres physico-chimiques	pH	7.7 (0.3)
	Turbidité (NTU)	4.3 (6.2)
	DCO (mgO ₂ /L)	23.1 (7.6) (A)
	MeS (mg/L)	9.8 (10.9) (A)
	Transmittance UV / Filtrée (%)	69.5 (6.6) / 74.3 (4.0)
	Fer (mg/L) / filtré	0.2 (0.2) / 0.04 (0.03)
	Manganèse (mg/L)	0.03 (0.03)
	N-NO ₃ (mg/L)	2.6 (2.3)
	P-PO ₄ (mg/L)	1.0(1.0)

	Moyenne (σ)	
Microbiological parameters	Coliformes (log10)	4.9 (0.3)
	<i>E. coli</i> (log10)	4.3 (0.3) (C)
	Abatt. Enterocoques	3.7 (0.4) (B)
	Abatt. ARN-phages	3,3 (residual < 2 PFP/mL) (B)
	Abatt. Spores	<2 (?)
	<i>Cryptosporidium</i> / <i>Giardia</i>	3-4/10L
	Helminthe	Ø

**Conditions favorables
aux UV**



Etape de filtration

Ultrafiltration

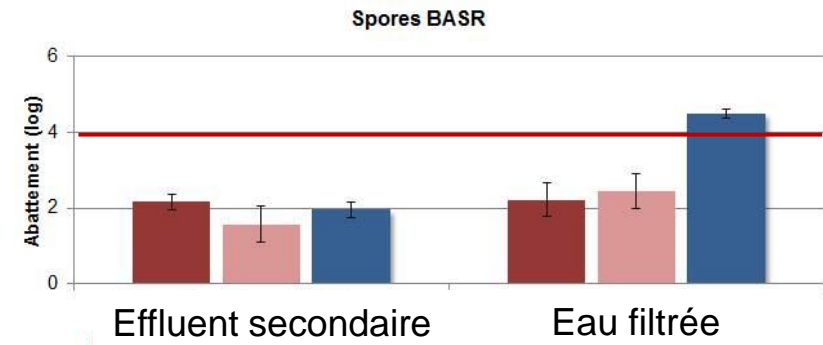
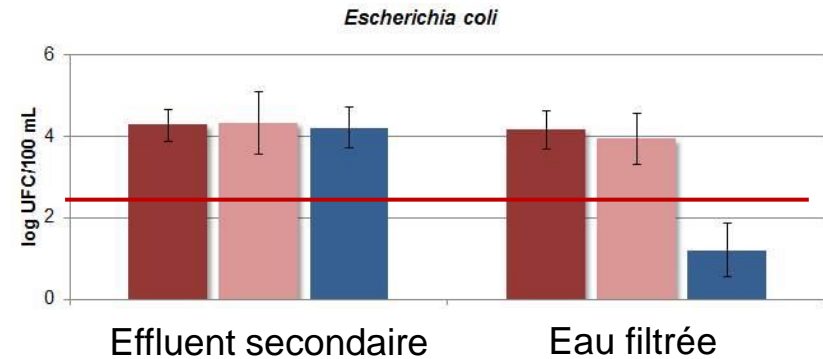
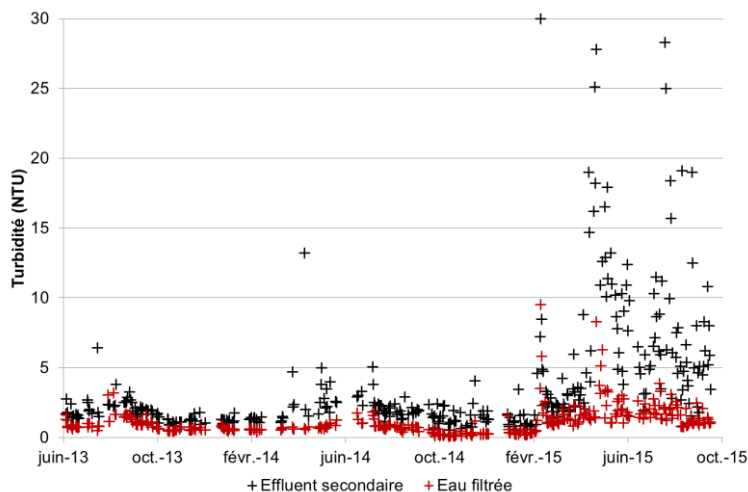
- > Perte d'intégrité des membranes en 2014 :
 - 2 fibres cassées sur 22,000
- > Qualité A malgré la perte d'intégrité

Filtre à sable

- > N'atteint pas les limites de qualité
 - Désinfection nécessaire
- > Assure une protection du réacteur UV vis-à-vis des variations de transmittance

Microfiltration

- > Comportement proche du filtre à sable
 - Non pertinent

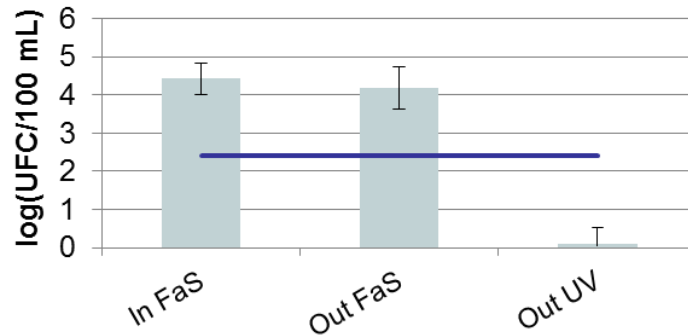


Filtre à sable 2014 and 2015
Ultrafiltration 2014

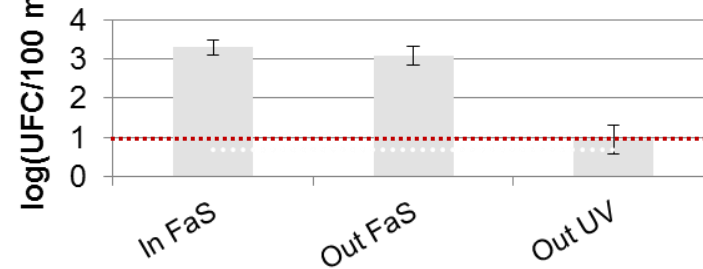
Etape de désinfection : irrigation 2014

- > Qualité A sur les bactéries fécales et les phages (seuil et abattement)
 - Phages : quasiment non détectés en sortie
- > Qualité A/B pour les spores avec une charge en entrée STEP faible
 - **Paramètre limitant (approche abattement)**
- Filtre à sable + Désinfection UV

E.Coli

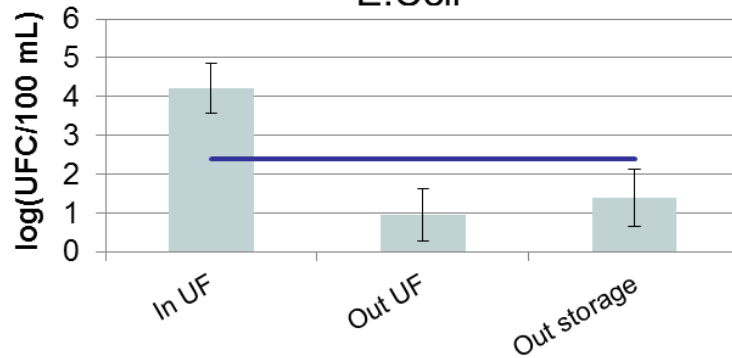


Anaerobic bacteria spores

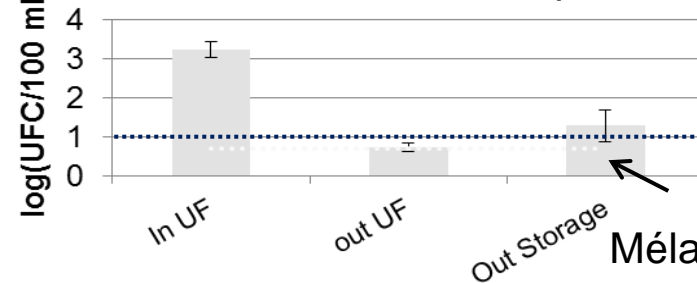


- Ultrafiltration

E.Coli



Anaerobic bacteria spores

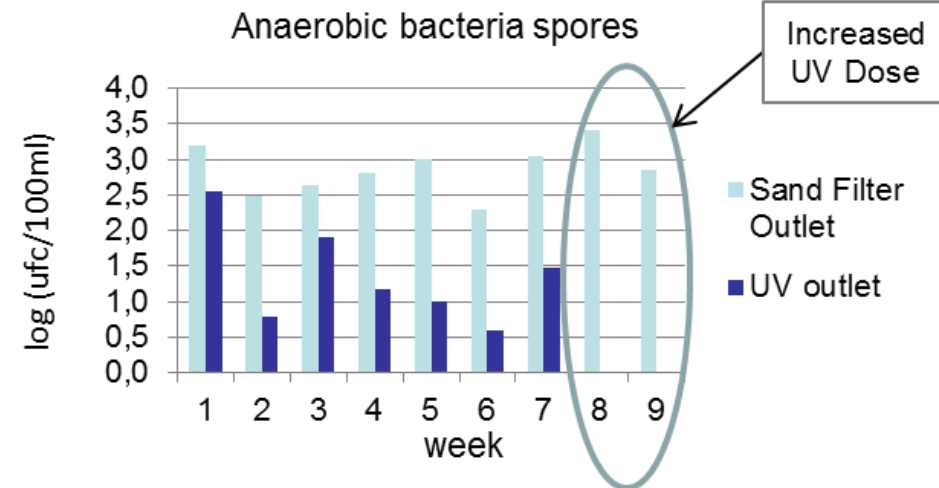
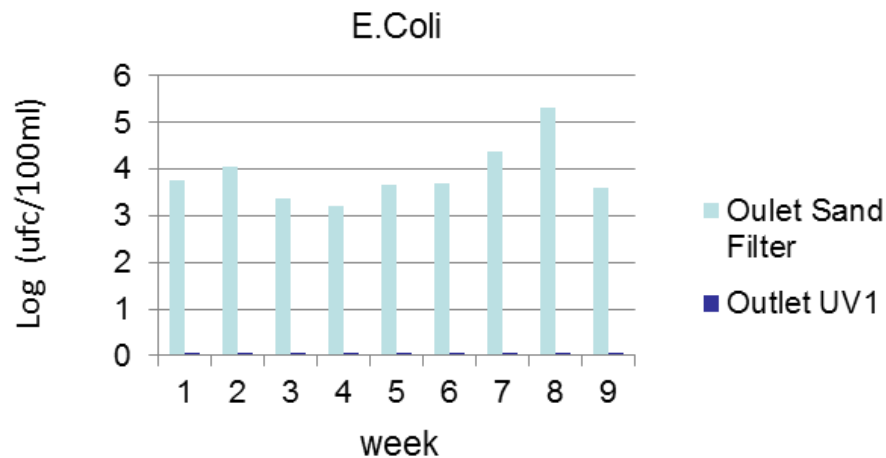


Limite pilote :
Mélange des eaux

Etape de désinfection : irrigation 2015

- > Qualité A sur les bactéries fécales et les phages (seuil et abattement)
- > Qualité A/B puis A pour les spores avec une charge en entrée STEP faible
 - Adaptation de l'intensité des UV

- Filtre à sable + Désinfection UV



- Prototype UV dans le stockage : nécessite des approfondissements

Développement de la combinaison UV / ultrasons

► Matériel:

- > Puissance : 250W

► Méthode :

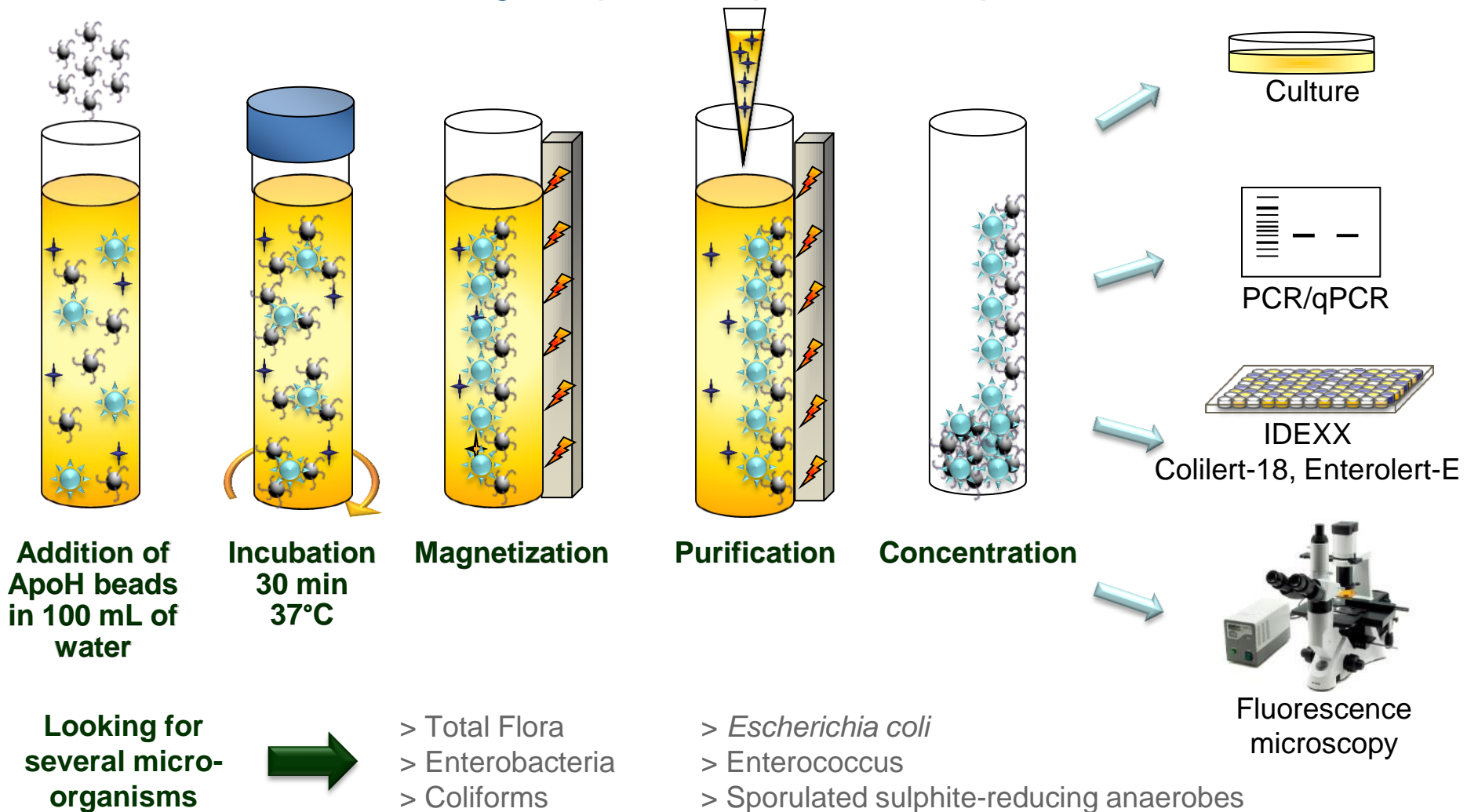
- > Dose ultrason variable avec dose UV fixée
 - Sur effluent secondaire et dopé en boues

► Résultat :

- Augmentation de l'abattement jusqu'à 0.5 log
- > Effet des ultrasons en prétraitement des UV
 - Effet direct
 - Modification de la distribution des particules et défloculation des bactéries
 - Effet indirect sur UV
 - Meilleure efficacité sur bactéries libres

Développement de la technologie de préconcentration

> Utilisation de billes magnétiques couplées à une protéine adsorbante





Réutilisation des eaux usées traitées

Qualité des eaux

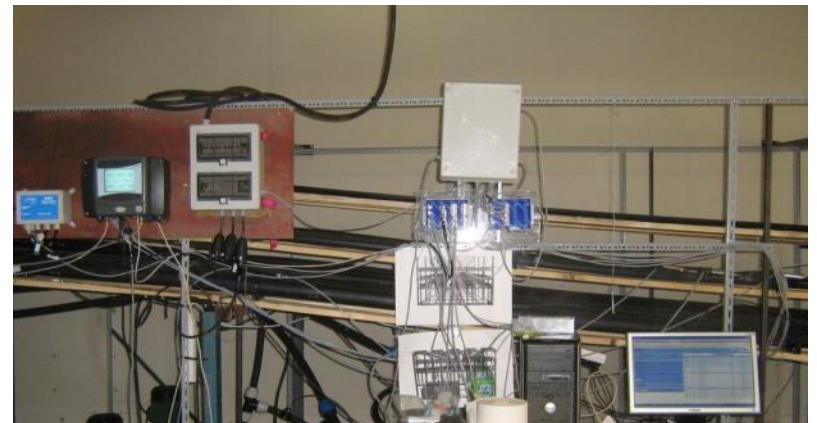
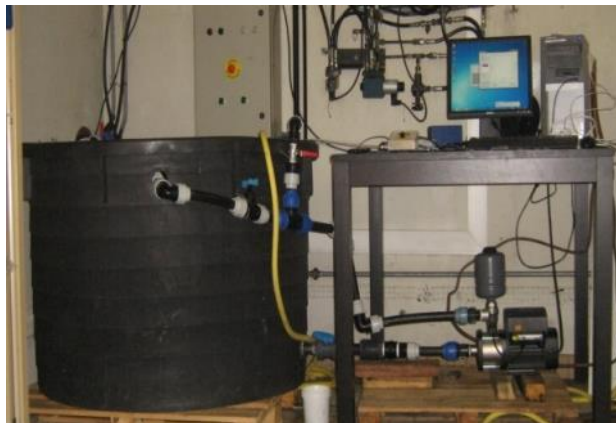
Impact sur le systèmes d'irrigation

Analyse des risques et l'impact environnemental

Colmatage du réseau d'irrigation

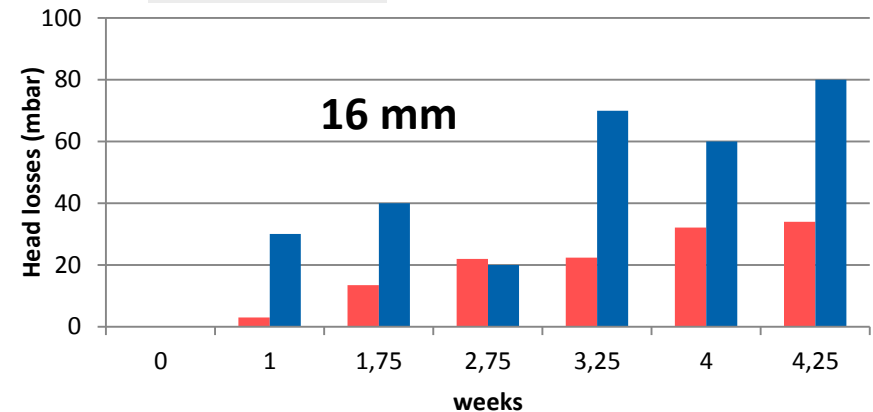
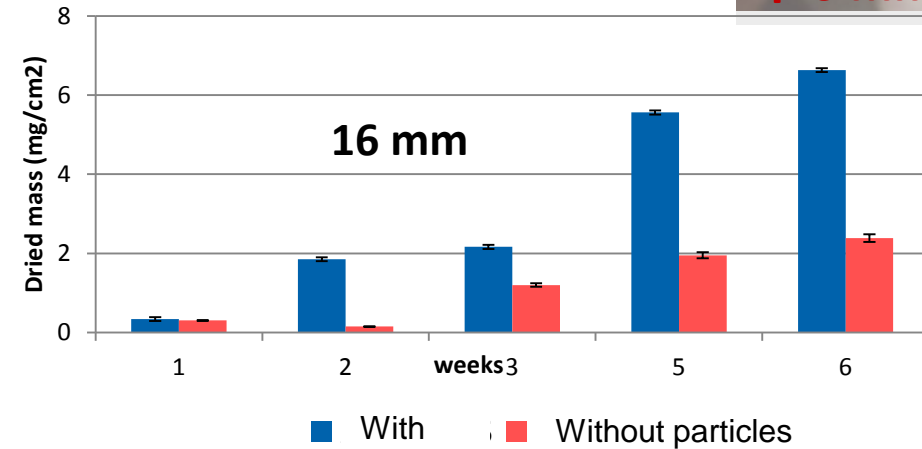
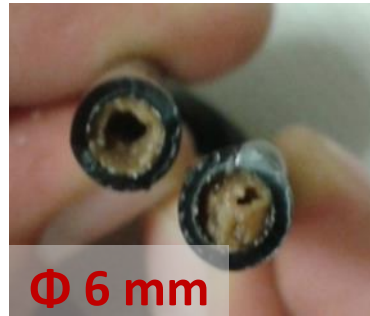
► Echelle pilote sur eau synthétique

- 5 répétitions sur 10m de long avec différentes diamètres (16, 32, 63 mm) :
 - 3 cycles de 1h30 par jour
- Peigne avec gaines en 6 mm de 1m
- Suivi des paramètres
 - pH, température, débit, pression, turbidité, Oxygène dissous, COT



Colmatage du réseau

Résultats



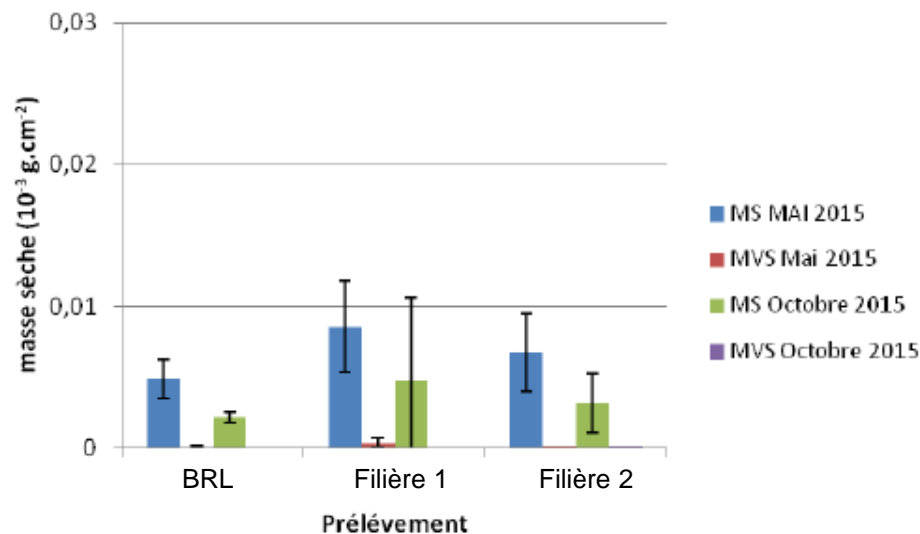
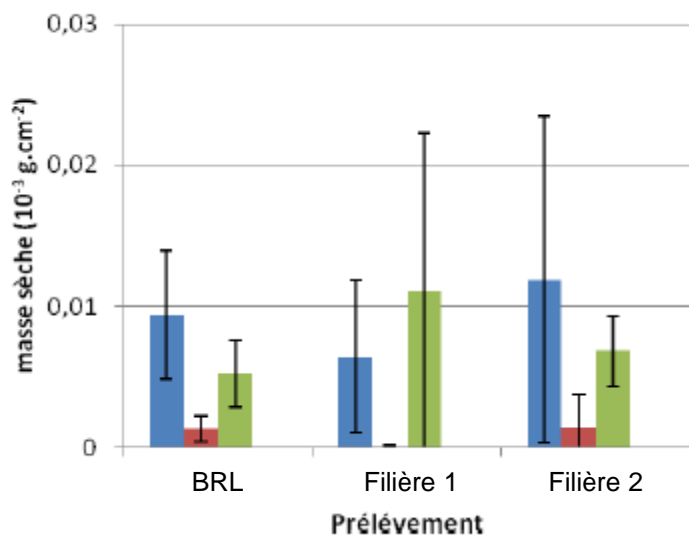
- > Pas d'abrasion par les particules mais perturbation du biofilm
- > + 50 % d'accumulation sur gaines de 16mm

- > Colmatage complet des gaines 6mm

Colmatage du réseau d'irrigation

► Echelle démonstrateur

- > Colmatage principalement minéral : biofilm négligeable en matière sèche
- > Pas d'augmentation du colmatage sur la saison d'irrigation
- > Pas de différence significative entre les filières



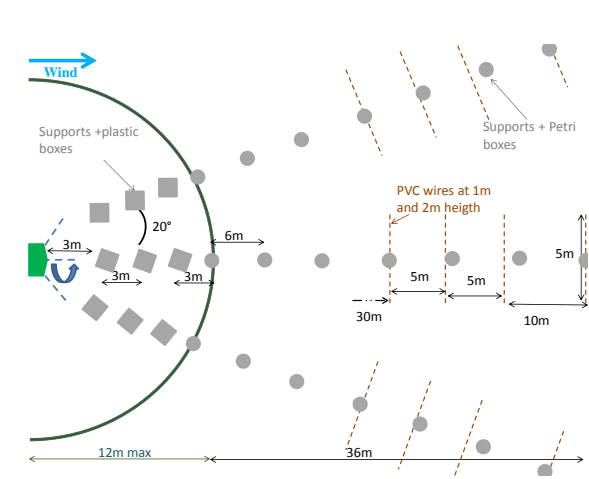
Dérives des particules d'eau par aspersion

Approche expérimentale

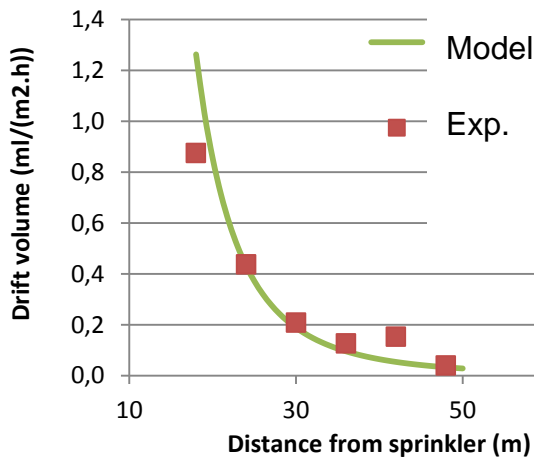
<1mL/m²/h à 20m

> Modélisation empirique

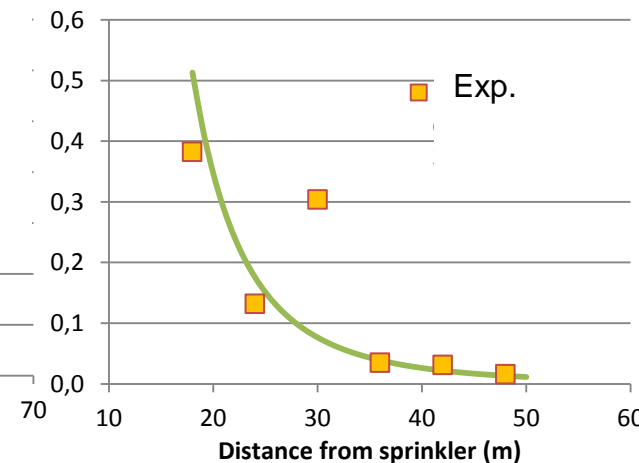
- 19 essais
- Variables
 - Distance
 - Vitesse et orientation du vent
 - Evapotranspiration et nébulisation



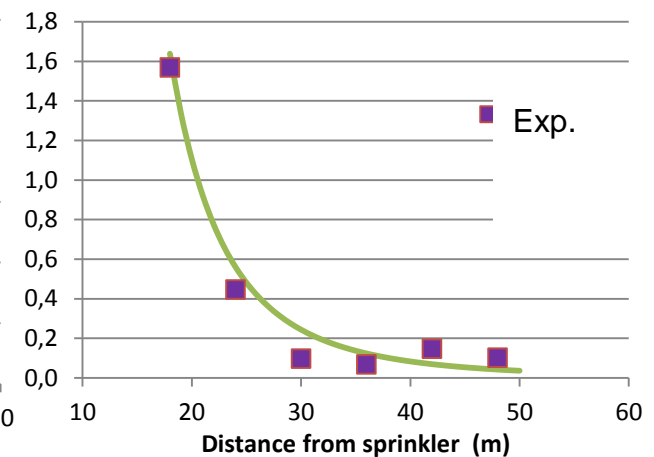
2bar; ET0=0.4mm/h; Vv=3.8m/s



3 bar; ET0=0.5mm/h; Vv=2m/s

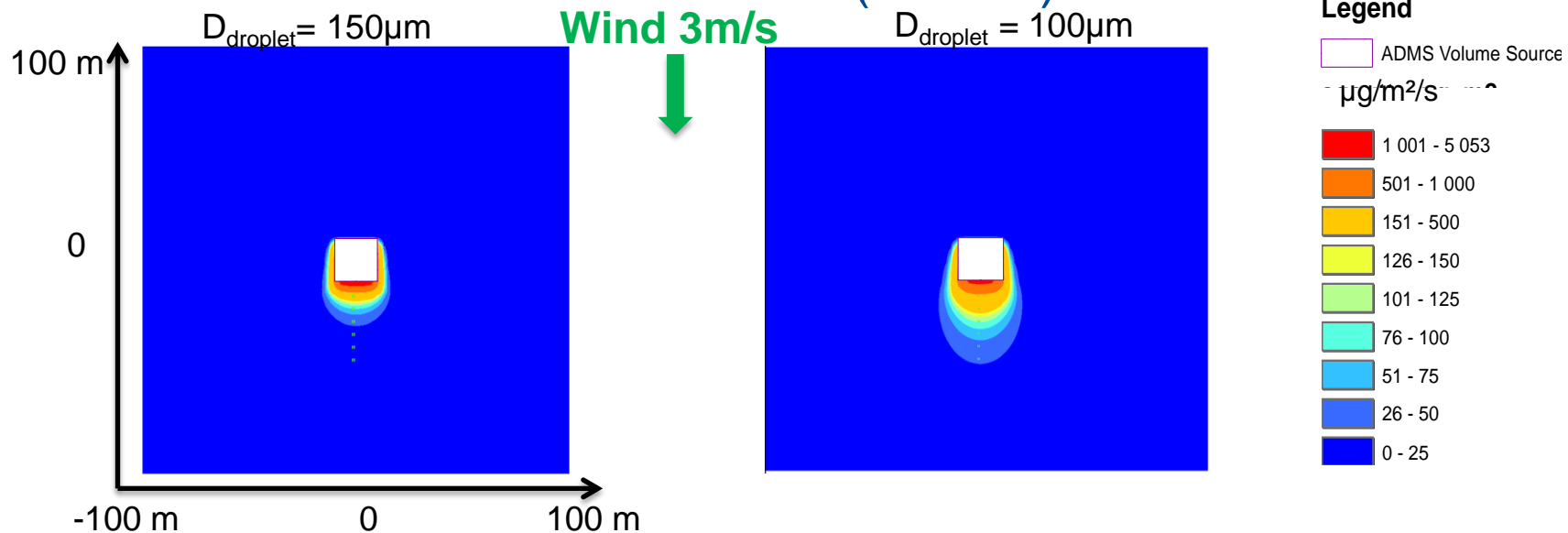


4 bar; ET0=0.6mm/h; Vv=2.4m/s



Dérives des particules d'eau par aspersion

Approche modélisation : drift model (ADMS)



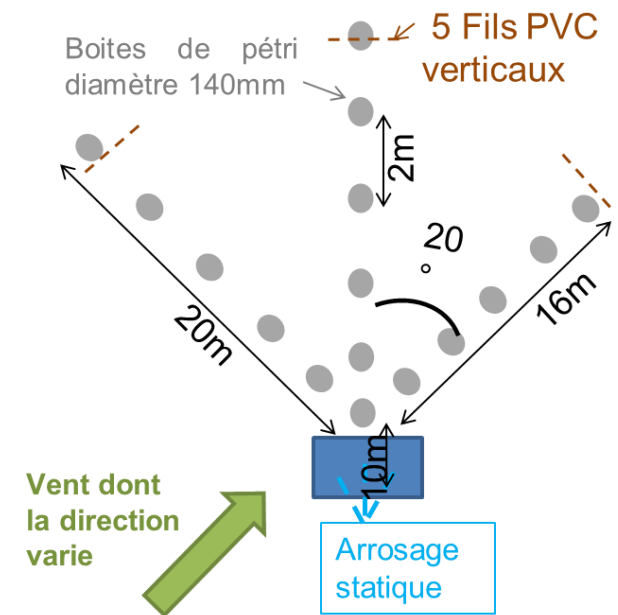
Distance from sprinkler (m)	Experiment Concentration on ground (µg/m²/s)	Simulated Concentration 150µm (µg/m²/s)	Simulated concentration 100µm (µg/m²/s)
18	694,5	189	403
24	222	63	181
30	111	28	98
36	67	14	59.5
48	30,5	5	27

- Good agreement exp/model $D_{droplet} = 100\mu\text{m}$

- $D_{droplet}$ significance factor → evaporation

Lavage de voirie

Principe :



- > Vitesse du vent = 1,5m/s
- > Volume utilisé 150L

- Dépôts plus important sur les fils PVC qu'au sol :
 - > Forte nébulisation

Lavage de voirie

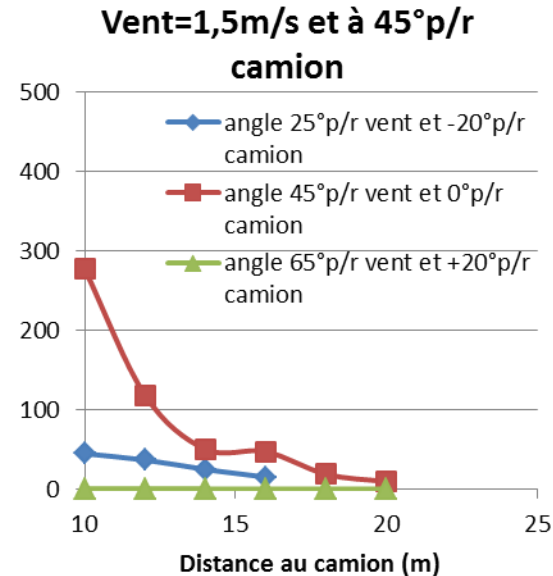
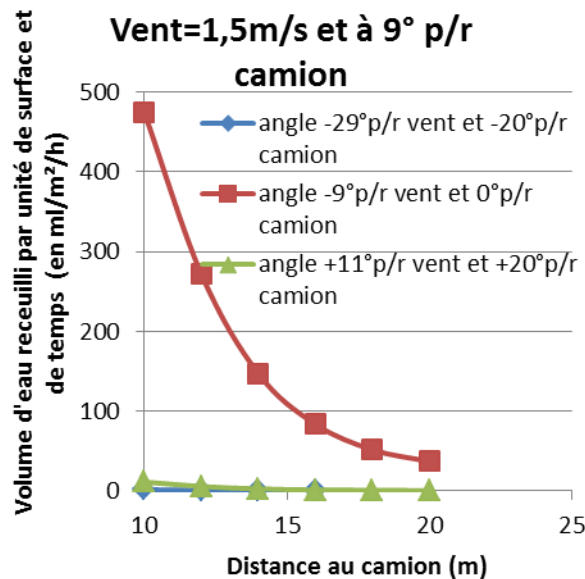
► Dépôts très importants

> Jusqu'à 475ml/m²/h à 10m et 37ml/m²/h à 20m

► La direction du vent fait dériver le nuage

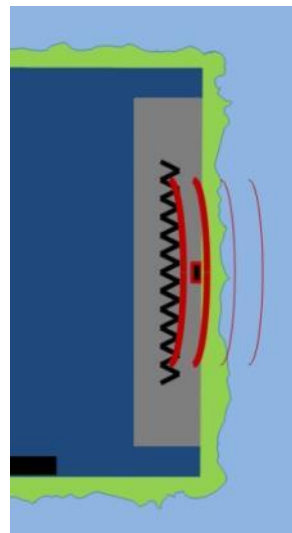
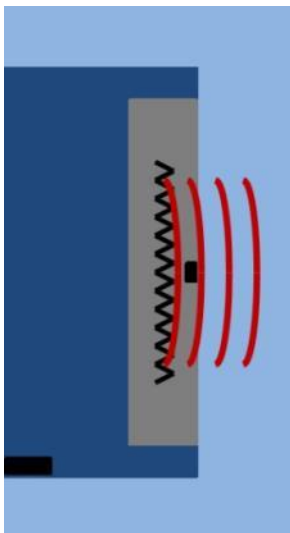
> Vent à 45° :

- 277ml/m²/h à 10m dans l'axe
- 45ml/m²/h à un angle de 20°



Développement de capteurs de colmatage

- ▶ Mesure de la réduction du transfert de chaleur (cf colmatage)
 - > Technologie brevetée par Aqualabo
- ▶ Principe :
 - > Un flux de chaleur est émis
 - > Puis la température du fluide et du capteur sont mesurées
 - > L'effet convectif est négligeable vis-à-vis de l'effet conductif



Skidsens



Remerciements



Pôle EAU

transferts



Agence Régionale de l'Innovation
du Languedoc-Roussillon



Contacts

SAUR	vincent.jauzein@saur.com
ApoH	ilias.stefas@wanadoo.fr
BioUV	xbayle@bio-uv.com
BRL	pierre.savey@brl.fr
INSA Toulouse	guigui@insa-toulouse.fr
IRSTEA	bruno.molle@irstea.fr
Mines Alès	miguel.lopez-ferber@mines-ales.fr
PERAX	bertrand.vergne@aqualabo.fr